

情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育 カリキュラム・マネジメントの提案

阪東哲也^{*1}, 藤原伸彦^{*2}, 曾根直人^{*1}, 長野仁志^{*3}, 山田哲也^{*4}, 伊藤陽介^{*1}

本研究の目的は小学校プログラミング教育の円滑な実施に向けてカリキュラム・マネジメントの提案を行うことである。新学習指導要領の特徴から、教科固有の知識・スキルを活用できる問題解決の学習活動を通して汎用的なスキルの育成を目指す教育方法の必要性を論じた。また、情報活用能力と小学校プログラミング教育の目標に着目し、情報・情報機器の活用に関する領域と、問題解決に関する領域があることを明らかにした。これらを統合する視点として、技術リテラシーを取り上げ、小学校プログラミング教育で育成すべき資質・能力の具体を同定した。同定した資質・能力に基づき、学習モデルを構築し、カリキュラム・マネジメントの提案を行った。

〔キーワード〕 情報活用能力、小学校プログラミング教育、プログラミング的思考、問題発見・解決能力、カリキュラム・マネジメント

1. はじめに

本研究の目的は小学校プログラミング教育の円滑な実施に向けてカリキュラム・マネジメントの提案を行うことである。

私たち人間は新しい技術を取り入れることで利便性を獲得してきた。同時に、私たちが取り入れた一部の技術は重大な社会問題も引き起こしている。AIやInternet of Thingsに代表される第4次産業革命の浸透が私たちの生活スタイルを大きく変化させることは間違いない。未曾有の社会変化においても、未来を切り拓くために、これからの新しい技術を取り入れ、活用するための資質・能力育成は喫緊の課題である。我が国における技術・情報教育は、中学校で技術・家庭科、高等学校で普通の教科「情報」で実践されている。小学校では情報教育の扱いはあるものの、中心教科の設置はない。そのため、体系的な技術・情報教育の実現に向けて、2020年度から実施される小学校プログラミング教育に高い期待が寄せられている。

しかし、小学校プログラミング教育の実施に向けては課題も大きい。教育委員会の担当者を対象としたプログラミング教育の準備状況に関する調査[1]では、「プログラミング教育の趣旨、目的、基本的な考え方などの情報が不足している」といった情報不

足、「教育委員会内部でプログラミング教育を担当できる人材が不足している」といった人材不足、また、「プログラミング教育を推進するための予算（ICT機器等の整備等）が不足している」といった予算不足の3つの問題で十分に準備が進んでいないことが明らかにされている。さらに、現時点の教員養成課程ではプログラミングを含めたコンピュータサイエンスの学習内容は必修ではないため、プログラミングの指導経験どころか、プログラミング未経験の小学校教員も少なくない。尾崎・伊藤は教員養成課程の情報教育を見直す必要性を指摘している[2]。

このような状況下で、小学校プログラミングの円滑な実施に向けて、様々な取り組みが進められている。代表的なものとして、文部科学省による小学校プログラミング教育の手引きの刊行、総務省による「若年層に対するプログラミング教育の普及推進」事業、さらに文部科学省、経済通産省、総務省による未来の学びコンソーシアム等が挙げられる。また、小学校プログラミング教育に関する研究も散見されるようになっている。これらの取組は様々なアプローチから取り組まれており、その方向性は定まっ

てはいない。そこで、本稿では先行研究を整理し、情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育のカリキュラム・マネジメントの提案を行うこととする。

2. 小学校プログラミング教育の背景

我が国の小学校プログラミング教育の導入には、

^{*1} 鳴門教育大学 情報基盤センター

^{*2} 鳴門教育大学 地域連携センター

^{*3} 鳴門教育大学 附属小学校

^{*4} 鳴門教育大学 附属中学校

産業・経済界から要請の影響を受けている。2013 年 4 月に内閣総理大臣を議長とする日本経済再生本部による第 6 回産業競争力会議[3]では、IT 技術者数が足りないことが問題視され、義務教育課程等における IT 教育の推進の重要性が提言された。この提言を受け、2013 年 6 月に閣議決定された「日本再興戦略-Japan is BACK-」[4]の中で、世界最高水準の IT 社会の実現の項で、産業競争力の源泉となるハイレベルな IT 人材の育成・確保のために、IT を活用した 21 世紀型スキルの習得が提言された。

これらの提言を受けて、文部科学省はプログラミング教育の必修化および内容に関する方向性を検討してきた。2016 年 4 月に開催された第 26 回産業競争力会議において、文部科学大臣が「第 4 次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ」を提出している。同資料では次代に求められる情報活用能力の育成に向けて、「プログラミング教育については、小学校における体験的に学習する機会の確保、中学校におけるコンテンツに関するプログラミング学習、高等学校における情報科の共通必修教科目化といった、発達の段階に即した必修化」が明示された[5]。

プログラミング教育の必修化を受けて、2017 年 4 月には「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議が設置された。有識者会議ではプログラミング教育の方向性について、IT 人材確保の観点ではなく、初等義務教育の観点から議論している。同年 6 月には議論のとりまとめが提出され、プログラミング教育の基本的な方向性として、「第 4 次産業革命」の浸透により、「変化が激しく将来の予測が困難な時代にあっても、子供たちが自信を持って自分の人生を切り拓き、よりよい社会を創り出していくことができるよう、必要な資質・能力をしっかりと育んでいくこと」が示された[6]。そして、同年 12 月には中央教育審議会答申で小学校、中学校、高等学校の各段階におけるプログラミング教育の具体的な目標や内容、枠組等が明示された[7]。2017 年 3 月に告示された小学校、中学校の新学習指導要領にプログラミング教育に関する内容が明記された。

以上のことから、小学校プログラミング教育導入の経緯として、産業・経済界からの IT 人材確保・育成の要請と政府の我が国の経済的発展に関する成長戦略の方向性が合致したところから始まった。しかし、小学校プログラミング教育の方向性については IT 人材をいかに育成するかといった職業教育の観点ではなく、初等義務教育の観点から、「未来の創り手」になるために必要な資質・能力の観点から議論されてきたといえる。

このように、人生を切り拓き、よりよい社会を創り出すことができる資質・能力の育成はプログラミング教育を含めた学校教育全体で達成すべき目標である。そこで、2020 年度から実施される小学校学習指導要領の枠組みについて整理し、本稿における小学校プログラミング教育の位置づけを示す。

3. 2020 年度改定学習指導要領から見る 小学校プログラミング教育の位置づけ

3.1 新学習指導要領の枠組み

学習指導要領改訂で、新しい枠組みが提示されている。学習指導要領改訂前に実施された論点整理では、これまでの学校教育の成果を尊重しつつも、教育課程の全体構造が明確化されていないという課題を指摘しており、この課題を解決するために、下記の 3 つの視点で各教科等の教育目標・内容を分析し、適切に位置づける必要性を論じている[8]。

ア)教科等を横断する汎用的なスキル(コンピテンシー)等に関わるもの

イ)教科等の本質に関わるもの(教科等ならではの見方・考え方など)

ウ)教科等に固有の知識や個別スキルに関するもの

これまでの学習指導要領は、ウ)教科等に固有の知識や個別スキルに関するものを、教科の系統性に即して配置されたものであった。しかし、学習指導要領改訂に際して、イ)教科等の本質に関わるもの、ア)教科等を横断する汎用的なスキルを含めた統合的な学びの実現が求められるようになったことが分かる。この論点整理を踏まえ、2017 年告示の小学校学習指導要領(以下、新学習指導要領)においては、各教科等の目標や内容について、以下の 3 つの柱で再整理を図っている。

A) 何を理解しているか、何ができるか(生きて働く「知識・技能」の習得)

B) 理解していること・できることをどう使うか(未知の状況にも対応できる「思考力・判断力・表現力等」の育成)

C) どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか(学びを人生や社会に生かそうとする「学びに向かう力・人間性等」の涵養)

この「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学部に向かう力・人間性等」の 3 つの柱は論点整理で示された「教科固有の知識・スキル」、「教科等の本質」、「汎用的なスキル」と対応している[9]。「知識・技能」は「教科固有の知識・スキル」と対応し、「思考力・判断力・表現力」は「教科等の本質」と対応し、「学びに向かう力・人間性等」

は「汎用的なスキル」と対応している。これらの 3 つの柱から整理することで、未曾有の社会変化の中でも将来を切り拓くことができるように、教科等間の関連を図り、教科固有の内容を身に付けるだけではなく、汎用的なスキル、教科等の見方・考え方を活かせるようになることを目指している。

この新学習指導要領の理念を実現するために「社会に開かれた教育課程」が求められている。論点整理では「社会に開かれた教育課程」の重要な点が 3 つ示されている[8]。

- 1) 社会や世界の状況を幅広く視野に入れ、よりよい学校教育を通じてよりよい社会を創るという目標を持ち、教育課程を介してその目標を社会と共有していくこと
- 2) これからの社会を創り出していく子供たちが、社会や世界に向き合い関わり合い、自らの人生を切り拓いていくために求められる資質・能力とは何かを、教育課程において明確化し育んでいくこと
- 3) 教育課程の実施に当たって、地域の人的・物的資源を活用したり、放課後や土曜日等を活用した社会教育との連携を図ったりし、学校教育を学校内に閉じずに、その目指すところを社会と共有・連携しながら実現させること

簡潔に言えば、「開く」主体となる教職員が学校と社会を結び付けようとする意識をもち、「未来の創り手」となる人材育成につながるように学校の学びを設計することといえる。新学習指導要領では、社会との関係の中で教育課程全体を見直し、社会変化が複雑で激しい時代の中でも、学校の学びをよりよい社会の創造につなぐことのできる「未来の創り手」として必要な資質・能力を育成することが明示されたといえる。

3.2 新学習指導要領から見る汎用的なスキル、教科等の本質、教科固有の知識・スキルの関係性

上述したように、新学習指導要領においては、これまでの教科に関する内容習得を基盤とした教育方法から、「未来の創り手」として必要な資質・能力育成を基盤とした教育方法への転換が求められている。このことは、直ちに教科固有の知識・スキルの習得が不要であることを意味しない。知識基盤社会においても、社会生活を営む上で重要な教科固有の知識・スキルは散見される。例えば、技術科における情報セキュリティに関する教科固有の知識は、今後の社会において個人レベルから社会レベルに至るまで必須の知識の 1 つといえる。奈須らは、教科固有の知識・スキルか、汎用的なスキル(コンピテン

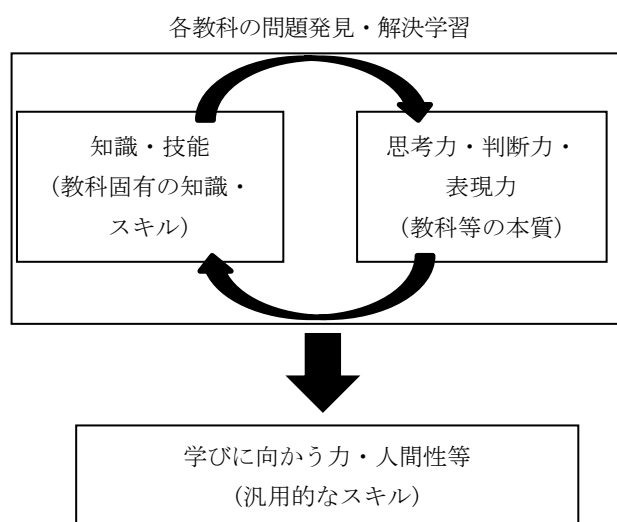


図1 問題発見・解決学習と育成すべき資質・能力の関係

シー)かの二元論で考えるのではなく、教科等の本質を仲立ちとし、教科固有の知識・スキルと汎用的なスキル(コンピテンシー)を有機的に統合した教育を実現することの重要性を指摘している[10]。この考えに基づき、3つの観点の関係性を整理したものを図1に示す。この具体的な教育方法として、教科固有の知識・スキルを効果的に活用できる質の高い問題解決を提案している[11]。質の高い問題解決につなげるための指導方略として、以下の2点を提案している

- 1) オーセンティックな学習(「現実の世界に存在する「本物の実践」に可能な限り文脈や状況を近づけて学びをデザインすれば、習得された知識や技能も本物となり、現実の問題解決に生きて働く」という考え方)
- 2) 明示的な指導(オーセンティックな学習経験から得られた概念を、教師が適切な手立てを用いて学習者に教えること)

このように、汎用的なスキル育成を図るためには、教科固有の知識・スキルを効果的に活用できる各教科の問題発見・解決学習を設定することが重要であると考えられる。

3.3 新学習指導要領で重視される問題発見・解決学習と情報活用能力(プログラミング教育を含む)の関係性

2017年告示の小学校学習指導要領解説総則編では、学校教育で育成する中心となる資質・能力として、言語能力、情報活用能力、問題発見・解決能力の3点が明記されており、情報活用能力は「学習の基盤となる基礎・基本」に位置づけられている[12]。我が国の小学校プログラミング教育は情報活用能力を

育成する教育の領域として位置づけられている[13]。情報活用能力、プログラミング教育ともに、各教科同様、3つの柱(「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」)で整理されている。

情報活用能力に関する知識・技能については、「情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法」、思考力・判断力・表現力等に「問題の発見・解決に向けて情報技術を適切にかつ効果的に活用する力」という記述があり、問題発見・解決のために必要な能力として位置づけられていることが分かる。この点はプログラミング教育の知識・技能にも、「問題の解決には必要な手順があることに気付く」と記述があり、共通している。以上のことから、情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育では情報や情報技術を活用する、いわゆる情報機器の操作(プログラミングのスキルを含む)習熟を主目的とした領域ではなく、問題発見・解決の文脈の中で適切に情報や情報技術を活用する領域として位置付けられると解釈できる。

4. 情報活用能力育成を基盤としたプログラミング教育で育成すべき資質・能力の具体

小学校プログラミング教育の目標は3つの柱で簡潔に整理されているが、さらに具体化されなければ、授業実践に組み込むことは難しい。そこで、情報活用能力育成を基盤とした小学校プログラミング教育における教科固有の知識・スキル、教科等の本質、汎用的なスキルの具体を同定するため、小学校プログラミング教育の目標を扱っている研究として、情報教育推進校(IE-school)の取組(以下、IE-Schoolのまとめ)[14]、大森ら[15]、ベネッセコーポレーション(以下、ベネッセ)[16]、久野ら[17]を取り上げ、基礎的検討を行うこととする。基礎的検討を行うにあたって、情報活用能力、プログラミング教育の3つの柱との対応を踏まえ、再整理を行った(表1)。なお、本稿では必要な要素を抽出する観点から再整理を行っており、情報、人材、予算の問題が解決され、更なるプログラミング教育の充実を図ることができる状況が整えば、プログラミング教育の具体を再検討する必要があると考えている。

4.1 知識・技能の具体

教科固有の知識・スキルに対応する知識・技能について、情報活用能力では「情報と情報技術を活用した問題の発見・解決の方法」、「情報の科学的な理解に裏打ちされた形での理解」の記述があり、そ

れぞれに対応するように、プログラミング教育では「問題の解決には必要な手順があることに気づく」、「身近な生活でコンピュータが活用されていることに(気づく)」の記述がある。そのため、知識・技能として、問題発見・解決のための手順に関する事項と情報の科学的な理解に関する事項を取り上げることができる。

問題発見・解決のための手順に関する内容として、アルゴリズムが共通している。そこで、プログラミング教育における教科固有の知識・スキルとして、「アルゴリズムの理解・表現」を設定できる。アルゴリズムの考え方に関する知識・技能については中学校の教科で学習されるが、小学校段階で、順次処理、分岐処理、反復処理といったアルゴリズムの考え方を十分に理解できることが明らかにされている[18]。小学校ではアルゴリズムの基本を扱い、中学校以降で発展的なアルゴリズムを扱うことで、体系的な学習に取り組むことにつながり、深い理解につながると考えられる。

情報の科学的な理解に関する事項として、コンピュータの活用、プログラムとの関係性が多く取り上げられており、「コンピュータに関する理解」を設定できる。このコンピュータに関する理解の具体として、1)入力装置―演算装置―出力装置の関係性、2)コンピュータはプログラムで動くことを取り上げたい。コンピュータが日常生活の様々な場面で使われていることに気付くためには「コンピュータ」と機械の区別ができる等、「コンピュータ」とは何かを明確に理解する必要がある。その上で、プログラムとの関係性を扱うことで情報の科学的な理解を促進すると考えられる。取り上げた内容は小学校で設置されている教科固有の領域とはいえない。そのため、各教科で扱われる学習内容を見通し、無理なく取り入れられるようカリキュラム・マネジメントを実施する必要がある。

4.2 思考力・判断力・表現力の具体

教科等の本質に対応する思考力・判断力・表現力等について、情報活用能力では、「様々な事象を情報とその結びつきの視点から捉え、複数の情報を結びつけて新たな意味を見出す力や、問題の発見・解決等に向けて情報技術を適切にかつ効果的に活用する力を身に付けていること」の記述があり、プログラミング教育では「発達の段階に即して、プログラミング的思考の育成を育成すること」とされている。思考力・判断力・表現力等で示されたプログラミング的思考はコンピューショナル・シンキングと論理的思考を基にして作られた言葉であり、「自分が意図する

一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」と定義されている[12]。プログラミング的思考に関する共通の要素として、抽象化、一般化、評価が挙げられている。これらの語はコンピューショナル・シンキングの領域と対応していると解釈できる。

抽象化は不要な情報を隠し、対象の構造を簡単に把握できるようにする側面[19]と、より高次のカテゴリ

で互いの関係性を把握できるようにする側面[20](例: Application Programming Interface (API)があれば、ソフトウェアコンポーネントの詳細が分からなくても処理可能)があると考えられている。一般化は、問題解決時における「類推」に相当する語であり、パターンや類似性、関連性を見出したり、見出した特徴を問題解決に利用したりすることである[19]。評価は、(問題解決前に)解決方法が適切に機能しそうかという予測の側面と、よい問題解決ができたかという振り返りの側面をもつと考えられている[21]。

これらの概念に加えて、各研究に共通して取り上げ

表 1 学習指導要領の 3 つの柱で整理した情報活用能力、プログラミング教育で育成すべき資質・能力の対応関係

	情報活用能力	プログラミング教育	IE-School	大森ら	ベネッセ	久野ら
知識・技能	情報と情報技術を活用した問題の発見・解決等の方法や、情報化の進展が社会の中で果たす役割や影響、情報に関する法・制度やマナー、個人が果たす役割や責任等について、情報の科学的な理解に裏打ちされた形で理解し、情報と情報技術を適切に活用するために必要な技能を身に付けていること	身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。	<ul style="list-style-type: none"> ・情報技術に関する技能 ・目的に応じた適切なアプリケーションの選択と操作 ・情報と情報技術の特性の理解 ・コンピュータの動作とプログラムの関係 ・記号の組み合わせ方の理解 ・アルゴリズム等 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計方法論としての構造化プログラミング ・アルゴリズム ・フローチャートの作成 ・プログラムの仕組み 	<ul style="list-style-type: none"> ・身近な生活の中でコンピュータが活用されている場面を自ら見出し、その仕組みを考えること ・プログラムの仕組みの理解 ・アルゴリズム 	<p>情報およびコンピュータの原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータや情報技術の基本原則とできることに関する知識・理解 ・コンピュータネットワークやその上の情報の流れに関する知識・理解 等 <p>モデル化と分析</p> <ul style="list-style-type: none"> ・状態遷移やデータの流れなどの有用なモデル化を活用する技能等
思考力、判断力、表現力等	様々な事象を情報とその結びつきの視点から捉え、複数の情報を結びつけて新たな意味を見出す力や、問題の発見・解決等に向けて情報技術を適切かつ効果的に活用する力を身に付けていること	発達の段階に即して、プログラミングの思考の育成を育成すること	<p>事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報及び情報技術を適切かつ効果的に活用し、問題を発見・解決し、自分の考えを形成していく力</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・抽象化, 手続き化, モジュール化 ・パターン認識 ・分解 ・一般化 ・評価 	<ul style="list-style-type: none"> ・論理的に考えを進める ・動きに分ける ・記号にする ・一連の活動にする(一般化) ・組み合わせる ・振り返る 	<p>情報の整理と創造</p> <ul style="list-style-type: none"> ・文章などの情報を読み取り論理構造や論理の欠陥を把握する技能 等 <p>段取りと手続的思考</p> <ul style="list-style-type: none"> ・タスクの相互関係を把握したり段取りを組み立て実施する技能 ・手順的な考えた方による記述やそれに基づくコードを構築する技能 <p>問題解決</p> <ul style="list-style-type: none"> ・問題を部分問題に分解して解いたり部分問題間の関係を把握する技能 等
学びに向かう力、人間性等	情報や情報技術を適切かつ効果的に活用して情報社会に主体的に参画し、その発展に寄与しようとする態度等を身に付けていること	発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること	<ul style="list-style-type: none"> ・多面的, 多角的に情報を検討しようとする態度 ・試行錯誤し, 改善しようとする態度 	<ul style="list-style-type: none"> ・試行錯誤 ・複数解を容認する ・コンピュータシステムやネットワークを活用した問題発見・解決に対する興味の伸長 	<ul style="list-style-type: none"> ・試行錯誤 ・最後までやり遂げようとする態度 ・問題発見・解決のために、コンピュータをどのように活用できるかを考え、表現しようとする態度 	<p>コミュニケーションと協働作業</p> <ul style="list-style-type: none"> ・グループ作業においてリーダーシップを取ったりそれに協力できる態度 等 <p>論理性と客観性</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主観と客観を区別でき自分自身の考えを客観視(メタ認知)できる態度 <p>問題解決</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自分がかつ問題の解決に向けて主体的に調べたり学ぶ態度 等

※太字はカテゴリ名

られている概念として、大きい動きを小さい動きに分けて考える「decomposition」がある。日本語では「分解」，「分ける」と訳出される。しかし，問題発見・解決の文脈を考慮すれば，要素を分解するだけでなくそれぞれの要素を位置づけることが求められると解釈できるため[22]，「分解」ではなく，「構造化」の語を用いる。さらに，部分的に共通している要素から検討すれば，アルゴリズム的思考と論理的理由づけを取り上げることができる。アルゴリズム的思考は物事を達成するために，順番に考えることである[23]。そして，論理的理由づけは考えたことが正しいかどうか，分析したり，確認したりすることである[19]。これらのプログラミング的思考に関する概念は，問題発見・解決に関する能力に相当すると考えられる。

4.3 学びに向かう力，人間性等の具体

汎用的なスキルに対応する学びに向かう力・人間性等について，情報活用能力では「情報や情報技術を適切かつ効果的に活用して情報社会に主体的に参画し，その発展に寄与しようとする態度等」，プログラミング教育では「コンピュータの働きを，よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度」と記述があり，問題発見・解決に向けて，コンピュータを活用しようとする態度を設定できる。情報や情報技術を適切かつ効果的に活用したり，コンピュータの働きを生かしたりするためには，試行錯誤を繰り返しながら，物事に忍耐強く取り組む必要がある。また，情報社会に主体的に参画し，その発展に寄与するためには他者との協力が不可欠である。以上のことから，問題発見・解決に向けて，コンピュータを活用しようとする態度，試行錯誤，忍耐力，協調性等を取り上げられる。

4.4 プログラミング教育を含む情報活用能力のとらえに関する視座：技術リテラシーの観点

小学校プログラミング教育は問題発見・解決を支える適切な情報や情報技術を活用する領域であると解釈できるが，活用するための情報や情報技術に関する資質・能力はどの教科・領域で学習するのか。

我が国の初等教育段階において，一般に「プログラミング」の学習領域と考えられる技術・情報教育(教科固有の領域)を学習する教科はない。このことから，教科内容の理解とプログラミング的思考が混在し，学習内容に的を絞れないという実践上の課題が指摘されている[1]。教科等の本質ではプログラミング的思考，いわゆる問題解決領域の記述に留まっており，プログラミング教育を学習する技術・情報教育領域の内容を十分に反映できていない。この点

について，小学校プログラミング教育を，情報・情報技術を含めたテクノロジーに対する市民の資質・能力を高める観点で捉える必要性が指摘されている[19]。一般に，テクノロジーに対する市民の資質・能力の育成は，技術教育の役割であると考えられている。テクノロジーに対する市民の資質・能力の1つに，技術リテラシーがある。技術教育分野における世界最大の学会である ITEEA(International Technology and Engineering Educators Associations)が刊行している Standards for Technological Literacyによれば，技術リテラシー(Technological Literacy)は「技術を理解，活用，評価，管理するための能力(p.9)」と定義されている[25]。我が国においても，世界の技術教育の動向を踏まえ，技術リテラシーを育成する普通教育の重要性が示されている。日本産業技術教育学会は技術リテラシーを技術的素養と表現し，「技術と社会の関わりについて理解し，ものづくりを通して，技術に関する知識や技能を活用し，技術的課題を適切に解決する能力，および技術を公正に評価，活用する能力」と定義している[26]。この技術リテラシーは情報・情報技術の適切な活用，情報の科学的な理解に基づく判断等を担っており，情報活用能力とも関連性が高い概念であると考えられる。そこで，小学校プログラミング教育を捉える新たな視座として，技術リテラシーの観点を取り上げ，小学校プログラミング教育の位置づけを再整理する(表2)。

この技術リテラシーには技術ガバナンス力と技術イノベーション力の二つの観点がある。技術ガバナンス力は社会を支える技術を評価，選択，活用，管理，運用する力を指している[27]。技術ガバナンス力は，学びに向かう力，人間性等に記述されている「情報や情報技術を適切かつ効果的に利用して情報社会に主体的に参画し，その発展に寄与しようとする態度等」，「コンピュータの働きをよりよい人生

表2 技術リテラシーの観点を踏まえたプログラミング教育で育成すべき資質・能力

知識・技能 (教科固有の知識・スキル)	思考力・判断力・表現力等 (教科等の本質)	学びに向かう力，人間性等 (汎用的なスキル)
<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータの理解(5大装置：入力ー演算ー出力) ・コンピュータとプログラムの関係 ・アルゴリズムの理解・表現(順次，反復，分岐) 	技術イノベーション力の要素 <ul style="list-style-type: none"> ・抽象化 ・一般化 ・構造化 ・評価 ・アルゴリズム的思考 ・論理的理由づけ 	技術ガバナンス力の要素 <ul style="list-style-type: none"> ・問題発見・解決に向けて，コンピュータを活用しようとする態度 ・創造性 ・試行錯誤 ・忍耐力 ・協調性 等

や社会づくりに生かそうとする態度」として捉えることができる。この観点を踏まえると、問題発見・解決の態度だけではなく、コンピュータを活用した学習活動を設定する必要性が指摘できる。

技術イノベーション力は、新しい価値の創造に向けて技術を改良、応用、創造する力と定義されている[27]。技術イノベーション力は「様々な事象を情報とその結びつきの視点から捉え、複数の情報を結びつけて新たな意味を見出す力」、「問題の発見・解決等に向けて情報技術を適切かつ効果的に活用する力」と捉えることができる。この観点を踏まえると、プログラミングの「コーディング」スキル育成に留まることなく、新しい価値の創造に向けて、適切に情報・情報技術(プログラミング)を活用した問題発見・解決を学ぶ領域として、明確に位置づけることができる。

さらに、技術ガバナンス力、技術イノベーション力育成を実現するためには、情報の科学的な理解を図る必要がある。そのため、教科固有の知識・スキルとして、コンピュータの仕組みや、プログラムの理解を扱う必要性が指摘できる。

以上の点を踏まえて、思考力・判断力・表現力等(教科等の本質)を仲立ちとした知識・技能(教科固有の領域)と学びに向かう力・人間性等(汎用的スキル)の調和が図られるよう小学校プログラミング教育のカリキュラム・マネジメントの提案を行う。

5. 小学校プログラミング教育カリキュラム・マネジメントの提案

5.1 効果的な体験に向けて：学習ツールとしてのプログラミングの特性

「プログラミング」は、音楽科のリコーダー、図工科の水彩絵の具のように、教科の本質に迫るために必要な学習ツールとして捉えられる。「プログラミング」による学習活動は、学習者の思考過程を外化できるという利点をもつ。効果的なプログラミング体験として、シミュレーションを行ったり、モデルを作ったりする学習活動が考えられる。遠山[28]はプログラミングで具体化されることで、「ものごとを抽象化したり、抽象化したモデル的な対象を直接操作したり」といった難易度が高い問題の解決につながると提案している。別の観点から、創造的問題解決につながられる考え方の1つにティンカリングがある。ティンカリングとは「直接経験、実験、そして発見を通して問題に近付き、解決を図っていく、遊び心にあふれた心構え」と定義されている[29]。創造的な問題解決場面では失敗試行の積み重ねが問題のもつ制約を緩和させ、新しい解決方法の創出につながることを示す知見

も提出されている[30]。この知見と発達段階を考慮すると、ティンカリングの考えに基づくプログラミングを体験することによって、試行錯誤をして粘り強く取り組む力や、問題発見・解決の糸口を見つける創造性育成の教育効果が期待できる。

5.2 学習モデルの設定

情報活用能力、技術リテラシーの観点から、情報・情報技術を評価・活用に関する資質・能力育成の側面と、問題発見・解決に関する資質・能力育成の側面の両輪で小学校プログラミング教育を実践するための学習モデルを提案する(図2)。

情報・情報技術を評価・活用に関する資質・能力育成の観点から、プログラミング体験を効果的に取り入れた学習モデルを提案できる。プログラミングを含めた情報・情報技術と関連している単元での問題発見・解決学習を設定する。このような単元はすべての学年、すべての教科に等しく配当されていない。次節で、無理なく取り入れることができる単元を提案する。この学習モデルの実践にあたって、発達段階に応じて、コンピュータを使わない教育方法(アンプラグド)を取り入れる、総合的な学習の時間と合科的に実施し、探究的な学習時間を確保する等、工夫が必要である。

問題発見・解決に関する資質・能力育成に関する学習モデルは、身に付けたプログラミング的思考を活用する。まずは、我が国の学校教育で確立されてきた従来の学習方法による教科の問題発見・解決学習を行う。その後、アルゴリズム的思考、抽象化といったプログラミング的思考における問題発見・解決の視点で、教科の枠組みで得られた学びを捉えなおすことで、より深い学びにつながると考えられる。この学習モデルの教育効果を高めるためには、プログラミング体験を取り入れた学習モデルを実施し、ある程度、プログラミング的思考を学習していることが望ましい。教科等の本質は抽象度が高い概念であるため、尾崎らが指摘しているように、学習内容が焦点化されない危険性がある。小学校6年間で、両方の学習モデルで学習できるように、カリキュラム・マネジメントを実施する必要がある。

5.3 プログラミング体験を取り入れる単元の提案

情報・情報技術と関連し、プログラミング体験を無理なく取り入れられる単元として、小学校3年生の社会科：歴史と人々の生活「市の様子の変り変わり」、小学校5年生の社会科：現代社会の仕組みや働きと人々の生活「情報を生かして発展する産業」、6年生の家庭科：B 衣食住の生活「快適な住まい方」、C 消費生活・環境「環境に配慮した生活」の単元での実施

が提案できる。例えば、小学校3年生の歴史と人々の生活「市の様子の移り変わり」では、生活の道具を調べる学習活動が示されている。昔の生活の道具と、今の生活の道具の比較によって、道具、つまり技術と人の関わりについて学ぶことができる。今の生活を支える道具としてコンピュータの働きに関する学習内容を自然に取り上げられると考えられる。コンピュータの働きを調べる学習活動として、プログラミングの体験をすることで、知識・技能の「コンピュータの理解」、思考力・判断力・表現力等の「プログラミング的思考」を育成できる。さらに、グループ活動を入れたプログラミングの体験により、「学びに向かう力・人間性等」の協調性の育成等につなげることができる。6年生の家庭科：B 衣食住の生活「快適な住まい方」、C 消費生活・環境「環境に配慮した生活」の学習を組み合わせ、冷暖房機器の利用を省エネルギーにつなげるような取り組み例が示されている。健康と環境に配慮した冷暖房機器の効果的な利用について考える学習活動で、プログラミングの体験をすることで、自然を上手に利用する方法に加えて、私たちの身の回りにある冷暖房機器を制御するコンピュータの働きに気づくことができると考えられる。

5.4 身に付けたプログラミング的思考を活用する単元の提案

身に付けたプログラミング的思考を活用できる学習内容として、論理的思考の育成に関する内容と、創造性の育成に関する内容に大別することができる。論理的思考の育成に関する内容は多岐に渡ると考えられるが、代表的なものとして学習指導要領の例示で挙げられている5年生算数科：「正多角形」、6年生理科：「電気の利用」が挙げられる。他にも、児童の思考が可視化されるプログラミングの特性を活用することで、深い学びが期待できる単元として、国語科の言語活動：物語の好きな場面をアニメーションで制作する学習活動[13]、算数科の数学的活動：算数の問題を図や式に加えて、シミュレーションを用いて解決し、結果を確かめる活動や、問題解決の過程や結果を、図や式に加えて、アニメーションを用いて表現し伝え合う学習活動等が挙げられる。速さ等、児童が直接操作できる具体物を準備できない学習、また、児童の思考プロセスを可視化する学習においては、学習ツールとして「プログラミング」体験を取り入れることは大変有効だと考えられる。

創造性の育成に関する内容としては、生活科の「身近にあるもので工夫した遊びづくり」では身近にあるものとして、コンピュータを取り上げ、プログラミングの体験を通して、みんなで楽しく遊ぶための工夫を取り入れた簡単な遊びやゲームを作る活動が考えられる。音楽科：「音楽づくり」では設定した条件に基づ

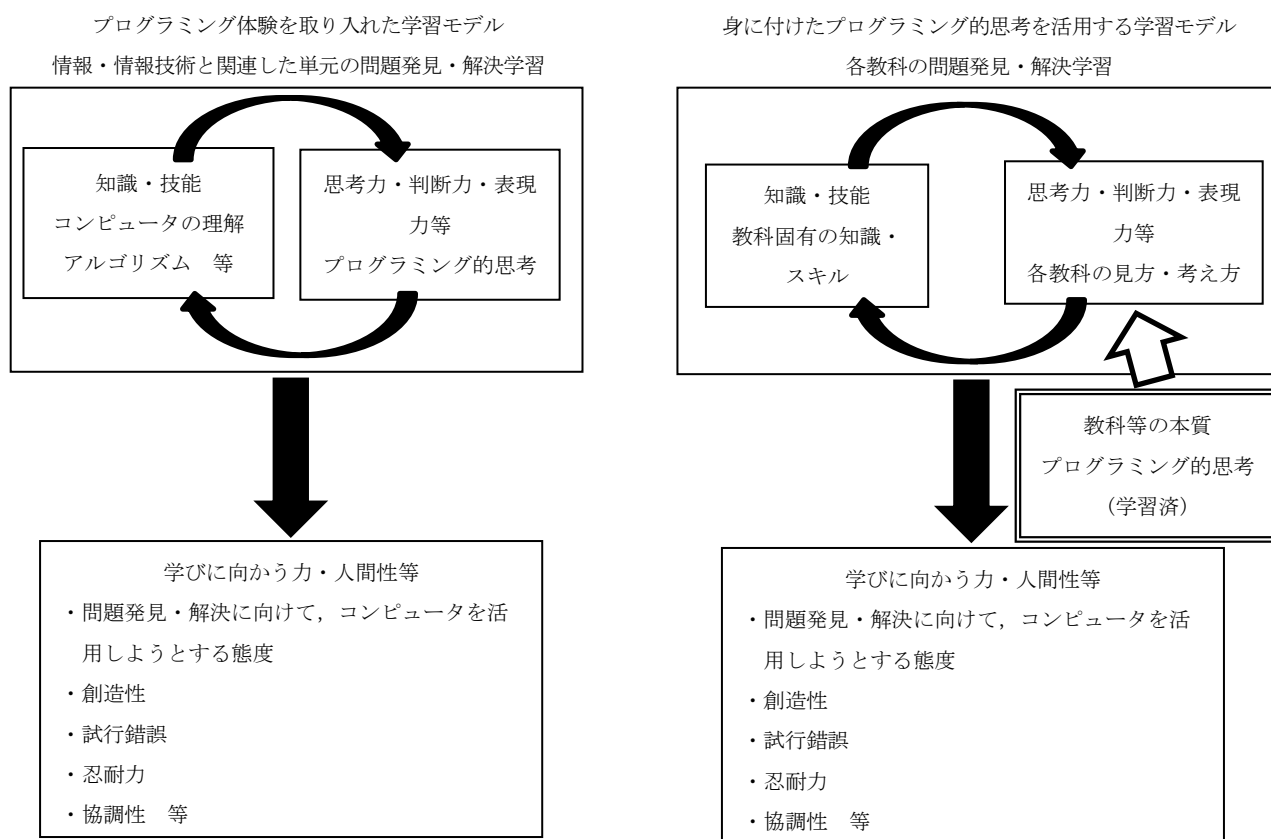


図2 プログラミング体験を取り入れた学習モデルと、プログラミング的思考を活用した学習モデル

いて、即興的に音を選択したり、組み合わせたりして表現するプログラミングの体験を通して、人間の力だけでは表現できない音楽を作ることができる。図工科：A 表現「造形遊び」では、ティカリングの考えに基づくプログラミング体験を行うことで、デジタルな領域で新しい表現の可能性を見つけることにつながると考えられる。体育科：「表現運動」では表したい感じをひと流れの動きで即興的に踊ったり、簡単なひとまとまりの動きに踊ったりするために必要な構想を練る時に、プログラミング的思考の構造化(必要な動きの構造を考える)、抽象化(題材の特徴を捉える)が活用できると考えられる。

6. まとめ

技術リテラシー育成の観点から、情報活用能力とプログラミング教育の目標を捉え直し、小学校プログラミング教育で育成すべき資質・能力の具体を知識・技能、思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等の観点ごとに同定した。同定した資質・能力育成に向けて、プログラミング体験を取り入れた学習モデルと、身に付けたプログラミング的思考を活用する学習モデルの構築を行った。さらに、構築した学習モデルを実現するカリキュラム・マネジメントの提案を行った。

学校教育では、学校教育を終え、社会に出る子どもたちが自己実現を図り、豊かな社会を形成するために必要な資質・能力を身に付けることが求められている。すべての子どもたちに必要な資質・能力が身に付けられるよう、学習の機会を整える必要がある。確かに小学校では人的、物的環境等リソースが限られており、小学校プログラミング教育の実施に向けての課題も大きい。一般的に、学校教育でどのような授業を行うかは指導者に裁量があり、子どもたちは自ら選択することができない。また、指導者は年度が替われば、学習の機会があるが、子どもたちには学習の機会は一度しかない。本稿が未来の創り手教育につながるプログラミング教育の実施に向けて、実態に応じたカリキュラム・マネジメント検討の一助となることを期待したい。

謝辞

研究の遂行にあたって、兵庫教育大学大学院森山潤教授ならびに、南あわじ市立松帆小学校黒田昌凡教諭から有益なご示唆をいただいたことに心から感謝申し上げる。また、本研究は JSPS 科研費 17H07214 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 政策研究所(2018) 教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取り組み状況等について、http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/11/12/1411018_1.pdf(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [2] 尾崎光・伊藤陽介(2017) 小学校におけるプログラミング教育実践上の課題。鳴門教育大学情報教育ジャーナル, 15(1), pp. 31-35.
- [3] 日本経済再生本部(2013) 第6回産業競争力会議, <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai6/siryuu.html>(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [4] 日本経済再生本部(2013) 日本再興戦略-JAPAN is BACK-, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/pdf/saikou_jpn.pdf(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [5] 日本経済再生本部(2016) 第26回産業競争力会議「第4次産業革命に向けた人材育成総合イニシアチブ」, <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai26/siryuu2.pdf>(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [6] 文部科学省(2016) 小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ)」, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [7] 中央教育審議会(2016) 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/__icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [8] 教育課程企画特別部会(2016) 教育課程企画特別部会における論点整理, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/053/sonota/1361117.htm(最終アクセス日：2019年2月22日)。
- [9] 教育課程企画特別部会(2016) 教育課程企画特別部会における論点整理補足資料(3), http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afieldfile/2015/09/24/1361110_2_3_1.pdf(最終アクセス日：2019年2月22日)。

- [10] 奈須正裕・江間史明・鶴田清司・齊藤一弥・丹沢哲郎・池田真(2015) 教科の本質から迫るコンピテンシー・ベイスの授業づくり, 図書文化社.
- [11] 奈須正裕(2014) 学習理論から見たコンピテンシー・ベイスの学力論, 奈須正裕・江間史明・齊藤一弥(編)知識基盤社会を生き抜く子どもを育てる: コンピテンシー・ベイスの授業づくり, ぎょうせい, pp. 54-84.
- [12] 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領解説総則編, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afielddfile/2018/05/07/1387017_1_2.pdf(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [13] 文部科学省(2018) 小学校プログラミング教育の手引き(第二版), http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afielddfile/2018/11/06/1403162_02_1.pdf(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [14] 文部科学省(2018) 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン-平成29年度情報教育推進校(IE-School)の取組より-, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afielddfile/2019/01/28/1400884_1.pdf(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [15] 大森康正・磯部征尊・上野朝大・尾崎裕介・山崎貞登(2017) 小学校プログラミング教育の発達段階に沿った学習到達目標とカリキュラム・マネジメント, 上越教育大学研究紀要, 37(1), pp. 205-215.
- [16] ベネッセコーポレーション(2018) プログラミングで育成する資質・能力の評価規準(試行版) Ver.2.0.0, <https://beneprog.com/wp-content/uploads/2018/08/ver2.0.0.pdf>(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [17] 久野靖・和田勉・中山泰一・辰己丈夫・上松恵理子(2015) わが国の初等中等情報教育:現状と将来に向けた目標体系の提案, 日本ソフトウェア科学会第32回大会論文集, rePiT2-1.
- [18] 阪東哲也・川島芳昭・菊地章・加部昌凡・森山潤(2017) PIC-GPE組込LED発光教材を利用した小学校プログラミング教育の実践と評価方法の提案, 日本産業技術教育学会誌, 59(3), pp. 187-197.
- [19] Computing At School(2015) Computational Thinking A guide for teachers, [http://community.computingatschool.org.uk/files/8550/or](http://community.computingatschool.org.uk/files/8550/original.pdf)iginal.pdf(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [20] Wing, J. (2008) Computational thinking and thinking about computing, *Philosophical Transactions of The Royal Society A*, 366, p. 3717-3725.
- [21] L'Heureux, J., Boisvert, D., Cohen, R., Sanghera, K. (2012) IT problem solving: an implementation of computational thinking in information technology, *Proceedings of the 13th annual conference on Information technology education*, pp. 183-188.
- [22] National Research Council(2011) Report of a Workshop of Pedagogical Aspects of Computational Thinking, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13170(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [23] Selby, C., Woollard, J. (2013) Computational thinking: the developing definition, https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [24] 阪東哲也・黒田昌克・福井昌則・森山潤(2017) 我が国の初等中等教育におけるプログラミング教育の制度化に関する批判的検討. 兵庫教育大学学校教育学研究, 30, 173-184.
- [25] ITEEA(2007) Standards for Technological Literacy, <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767&v=b26b7852>(最終アクセス日: 2019年2月22日).
- [26] 日本産業技術教育学会(2012) 21世紀の技術教育(改訂), 日本産業技術教育学会誌, 54(4), 別冊.
- [27] 森山潤・菊池章・山崎貞登(2016) 子どもが小さなエンジニアになる教室-イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン-, ジアース教育新社.
- [28] 遠山紗矢香(2017) プログラミングを用いた授業づくりに向けて:「小学校からのプログラミング教育について考える」シンポジウム実施を通じて, 静岡大学情報学研究, 22, pp. 103-120.
- [29] Sylvia, L.M., Gary, S. (2015) 作ることで学ぶ(Make:Japan Books), 酒匂寛(訳), オライリー・ジャパン.
- [30] 鈴木宏昭(2004) 創造的問題解決における多様性と評価, 人工知能学会論文誌, 19(2), pp. 145-153.